

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії,

ректор _____ Віктор БОГОМОЛОВ

“19” квітня 2024 року

ПРОГРАМА

фахового вступного випробування за освітньою програмою

«Енергомашинобудування»

для участі в конкурсі щодо зарахування до аспірантури для здобуття третього

(освітньо-наукового) ступеня **«доктор філософії»**

Харків 2024 р.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Фаховий іспит для вступу в Харківський національний автомобільно-дорожній університет з метою здобуття третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти на основі здобутого другого (магістерського) рівня вищої освіти, або освітньо-кваліфікаційного рівня спеціаліста передбачає перевірку здатності до опанування освітньо-наукової програми «Енергомашинобудування» за спеціальністю 142 «Енергетичне машинобудування» на основі здобутих раніше компетентностей та програмних результатів.

Фаховий іспит для вступників, що вступають на третій (освітньо-науковий) рівень вищої освіти, включає в себе питання з основних курсів, які входять в освітню програму підготовки бакалаврів та/або магістрів зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» на першому (бакалаврському) та/або другому (магістерському) рівні вищої освіти в Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті.

1.1. Мета фахового іспиту: перевірка й оцінка знань вступників за професійно-орієнтованим дисциплінам і дисциплінам за вибором вищого навчального закладу.

1.2. Вступник повинен знати:

- основи теорії динаміки, конструкції та систем ДВЗ;
- закони технічної термодинаміки, явища, що супроводжують теплопередачу, основні положення теорії горіння;
- методи моделювання, розрахунку та експериментального дослідження, що використовуються в енергетичному машинобудуванні.

1.3. Вступник повинен вміти:

- виконувати тепловий та динамічний розрахунки для визначення параметрів двигуна внутрішнього згорання, будувати характеристики двигуна;
- користуватися учбовою та довідковою літературою, знаходити джерела інформації та працювати з ними.

2. ОСНОВНА ЧАСТИНА

АВТОМОБІЛЬНІ ДВИГУНИ

Теоретичні питання:

1. Корпусні деталі ДВЗ. Основні силові схеми корпусу двигуна.
2. Загальна конструкція газорозподільчого механізму
3. Загальна конструкція кривошипно-шатунного механізму. Схема КШМ. Тронковий і крейцкопфний механізми ДВЗ. Сили та моменти в КШМ.
4. Робочий цикл чотиритактного двигуна. Індикаторна діаграма. Температура і тиск циклу.
5. Робочий цикл двотактного двигуна. Схема роботи двотактного двигуна. Індикаторна діаграма.
6. Способи виготовлення паливно-повітряної суміші. Зовнішнє та внутрішнє сумішоутворення.
7. Тепловий баланс ДВЗ.
8. Особливості розрахунку робочого процесу двигуна.
9. Режими роботи і характеристики автомобільних двигунів.
10. Показники робочого циклу. Показники роботи і двигуна.

Практичні завдання:

1. За даними p , V побудувати індикаторну діаграму двигуна.
2. За даними двигуна-прототипа і p_i визначити індикаторні показники двигуна.
3. За даними двигуна-прототипа і p_e визначити питому витрату палива.
4. Накреслити схему колінчастого вала чотирициліндрового рядного двигуна і дати пояснення щодо його часткового зрівноваження.

ІНФОРМАТИКА

1. Які факторами стримують розвиток ринку інформаційно-комунікаційних послуг в Україні?
2. Основні компоненти інформаційної технології обробки даних та їх характеристики.
3. Поняття моделі. Способи побудови моделей.

ЕКОНОМІКА ПІДПРИЄМСТВА

1. Показники ефективності використання основних засобів підприємства.
2. Планування чисельності персоналу та формування колективу підприємства.
3. Оцінка ефективності інвестиційного проєкту.

ІСТОРІЯ ІНЖЕНЕРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

1. Перерахуйте основні джерела енергії до появи теплових (парових) машин. Які причини обумовили появу теплових машин ?
2. Оцініть значення робіт Д.Уатта з удосконалення парової машини.
3. Двигуни зовнішнього згоряння. Історія розробки. Принцип дії.
4. Основні роботи М. Отто та Е. Лангена. Перші чотиритактні ДВЗ. Їх переваги і недоліки.
5. Р. Дизель і його двигун.
6. Історія появи роторно-поршневого двигуна і його особливості.

КОНСТРУКЦІЯ І ДИНАМІКА ДВЗ

1. Кінематика аксіального кривошипно-шатунного механізму.
2. Поршні двигунів внутрішнього згоряння. Конструктивні елементи та їх особливості.
3. Зосередження рухомих мас в кривошипно-шатунному механізмі.
4. Розрахунок крутних моментів, переданих корінними шейками (набігаючий крутний момент).
5. Шатунна група. Конструктивні елементи шатуна та їх особливості.
6. Нерівномірність крутного моменту та частоти обертання колінчастого валу ДВЗ.
7. Циліндри поршневих двигунів. Особливості конструкції гільз циліндрів.
8. Врівноважуючий механізм Ланчестера для одноциліндрового двигуна: силовий направлений вібратор.

Практичні завдання:

1. Виконати аналіз врівноваженості і врівноважити чотирициліндровий чотиритактний двигун.
2. Виконати аналіз врівноваженості і врівноважити двоциліндровий двотактний двигун.

ТЕПЛОТЕХНІКА

Теоретичні питання:

1. Перший закон термодинаміки.
2. Термодинамічні процеси.
3. Другий закон термодинаміки. Прямі та зворотні цикли Карно.
4. Цикли двигунів внутрішнього згоряння.
5. Коефіцієнт теплопровідності. Закон Фур'є. Теплопровідність крізь плоску одношарову та багатошарову стінку.
6. Конвективний теплообмін. Рівняння Ньютона – Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.
7. Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання.

Практичні питання:

Завдання 1.

У балоні об'ємом $V = 1,0 \text{ м}^3$ знаходиться стиснене повітря. Початкова температура повітря $t_1 = 28^\circ\text{C}$, тиск за манометром $P_1 = 19 \text{ бар}$. У процесі нагрівання повітря його температура збільшується до $t_2 = 53^\circ\text{C}$. Визначити масу повітря m та тиск після нагрівання P_2 , якщо атмосферний тиск $P_{\text{атм}} = 760 \text{ мм.рт.ст.}$. Молекулярну вагу повітря прийняти $\mu = 28,95 \text{ кг/кмоль}$.

Завдання 2

1 кг повітря стискається в компресорі за політропним процесом з показником політропи $n = 1,2$ від початкових параметрів $P_1 = 0,1 \text{ МПа}$, $t_1 = 20^\circ\text{C}$ до кінцевого тиску $P_2 = 1,0 \text{ МПа}$. Визначити питому роботу стиснення та питому теплоту процесу при $R = 287 \text{ Дж/кг град}$ і $C_p = 1,0 \text{ кДж/кг град}$.

Завдання 3

Для ідеального циклу поршневого двигуна внутрішнього згорання із заданим підведенням теплоти визначте параметри стану в характерних точках, кількість підведеної та відведеної теплоти, термічний ККД, корисну роботу та середній тиск циклу, якщо параметри на початку процесу стиснення: $p_1 = 0,13 \text{ МПа}$ та $T_1 = 330 \text{ К}$, ступінь стиснення $\varepsilon = 14$, ступінь підвищення тиску $\lambda = 2$ та ступінь попереднього розширення $\rho = 1,2$. Робочим тілом вважається повітря з показником адіабати $\kappa = 1,4$.

Завдання 4

Плоска сталева стінка товщиною $\delta_{cm} = 10 \text{ мм}$ з коефіцієнтом теплопровідності $\lambda_{cm} = 50 \text{ Вт/(м}\cdot\text{К)}$ омивається з одного боку димовими газами з температурою $t_1 = 1300^\circ\text{C}$, а з іншого – водою з температурою $t_2 = 130^\circ\text{C}$. Визначте щільність теплового потоку та температури поверхонь стінки, якщо коефіцієнт тепловіддачі від димових газів до стінки $\alpha_1 = 63 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$ та від стінки до води $\alpha_2 = 4300 \text{ Вт/(м}^2\cdot\text{К)}$

Завдання 5

Плоска сталева стінка товщиною $\delta = 10 \text{ мм}$ омивається з одного боку димовими газами з температурою t_1 , а з іншого – водою з температурою t_2 . Визначте щільність теплового потоку та температури поверхонь стінки, якщо коефіцієнт тепловіддачі від димових газів до стінки α_1 та від стінки до води α_2 .

ТЕОРІЯ ГОРІННЯ.

Теоретичні питання:

1. Енергія активації. Закон діючих мас. Закон Аррениуса. Хімічна рівновага. Принцип зміщення рівноваги Ле Шательє– Брауна.

2. Тепловий ефект хімічної реакції. Закон Гесса. Закон Кірхгофа. Ексергія палива. Кінетика хімічних реакцій.
3. Дифузійна та кінетична області горіння.
4. Концентровані межі займання.
5. Явище детонації.
6. Аналіз процесу тепловиділення.

Практичні завдання:

1. Визначити ентальпію продуктів повного згорання 1 кг дизельного палива з елементарним складом: $C = 0,870$, $H = 0,126$ та $O = 0,004$ при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha = 1,3$ для заданих значень температур: $t_1 = 300$ °С; $t_2 = 500$ °С; $t_3 = 2100$ °С. За даними розрахунку побудувати графік залежностей ентальпії газу від температури $H_g = f(t)$.
2. Визначити ентальпію продуктів повного згорання 1 кг етилового спирту з елементарним складом: $C = 0,522$, $H = 0,130$ та $O = 0,348$ при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha = 1,15$ для заданих значень температур: $t_1 = 200$ °С; $t_2 = 500$ °С; $t_3 = 2000$ °С. За даними розрахунку побудувати графіки залежностей ентальпії газу від температури $H_g = f(t)$.
3. Визначити коефіцієнт тепловиділення та теоретичну температуру повного згорання шебелінського газу заданого складу: $CH_4 = 92,8\%$; $C_2H_6 = 3,9\%$; $C_3H_8 = 1,0\%$; $C_4H_{10} = 0,4\%$; $C_2H_6 = 3,9\%$; $O_2 = 0,3\%$; $CO_2 = 0,1\%$; $N_2 = 1,5\%$ при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha = 1,1$, температурі повітря $t_{пов} = 20$ °С; температурі палива $t_{пов} = 20$ °С. Нижча теплота згорання палива $Q_H = 37300$ кДж/м³. Об'ємна теплоємність палива $C'_{р.пал} = 1,5989$ кДж/(м³·К). Теплотою дисоціації продуктів згорання зневажити.

ГАЗОВА ДИНАМІКА ТА АГРЕГАТИ НАДДУВУ

Теоретичні питання:

1. Загальні положення основ газової динаміки.
2. Основні рівняння газового потоку.
3. Рівняння руху ідеальної рідини.
4. Газодинамічні функції.
5. Відцентрові компресори. Конструктивна схема відцентрового компресора і його елементи.
6. Схеми комбінованих двигунів. Конструкція турбокомпресорів.

Практичні завдання:

1. Обґрунтуйте застосування газотурбінного наддування з проміжним охолоджувачем наддувного повітря для дизеля, що встановлюється на легковий автомобіль. Приведіть схему комбінованого двигуна.

2. Обґрунтуйте застосування об'ємного нагнітача для дизеля вантажного автомобіля. Приведіть схему комбінованого двигуна.
3. Обґрунтуйте вибір способу підведення газу до турбіни при наддуванні шестициліндрового дизеля.

ЕКОЛОГІЯ

Теоретичні питання:

1. Надайте визначення поняття «Забруднення атмосферного повітря», які існують глобальні наслідки забруднення атмосферного повітря
2. Надайте визначення поняття «Екологія»
3. Надайте визначення поняття «Забруднення довкілля», основні види енергетичного забруднення довкілля
4. Які існують основні методи зменшення шумового забруднення від автомобільного транспорту
5. Охарактеризуйте використання альтернативних палив як метод зменшення забруднення атмосферного повітря викидами ДВЗ

ОХОРОНА ПРАЦІ

Теоретичні питання:

1. Вимоги безпеки під час виконання слюсарних та мастильних робіт.
2. Вимоги безпеки під час перевірки технічного стану транспортних засобів.
3. Вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів, двигуни яких працюють на газовому паливі.
4. Вимоги безпеки під час виконання акумуляторних робіт.

АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ДВЗ

Теоретичні питання:

1. Динамічна система «двигун-навантаження».
2. Обґрунтування необхідності автоматичного регулювання двигунів різних типів.
3. Функціональна схема і основні властивості САР частоти обертання.
4. Принципи здійснення процесу регулювання. Класифікація регуляторів частоти обертання.
5. Пневматичний регулятор частоти обертання. Гідравлічний регулятор прямої дії.
6. Коректори зовнішньої швидкісної характеристики.
7. Класифікація регуляторів непрямої дії

Практичні завдання:

1. Складіть диференціальне рівняння двигуна як об'єкта регулювання.

2. Складіть диференціальне рівняння чутливого елемента регулятора.

ОСНОВИ СИСТЕМ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ДВЗ

Теоретичні питання:

1. Призначення САД систем.
2. Призначення САМ систем.
3. Призначення САЕ систем.
4. Етапи проектування деталі.
5. Система аналізу конструкції ДВЗ.
6. Основні стадії проектування і їх короткі характеристики.

СИСТЕМИ ДВЗ

Теоретичні питання:

1. Системи впуску та випуску в ДВЗ. Призначення, класифікація, загальна будова систем впуску та випуску.
2. Нейтралізатори відпрацьованих газів. Призначення, типи, умови роботи, вимоги.
3. Системи живлення бензинових ДВЗ з впорскуванням палива. Призначення, класифікація, умови роботи, вимоги до них.
4. Призначення, особливості будови та роботи систем живлення дизелів. Вимоги, які пред'являються до них. Класифікація систем живлення дизелів.
5. Зробіть опис паливної системи дизеля безпосереднього впорскування розділеного типу. Наведіть схему.
6. Зробіть опис акумуляторної паливної системи дизеля. Наведіть схему.
7. Паливні системи для роботи на газовому паливі. Особливості конструкції. Наведіть схему газової паливної системи 4-го покоління.
8. Системи змащення ДВЗ. Класифікація, будова, умови роботи, вимоги до них.
9. Системи охолодження ДВЗ. Класифікація, будова, умова роботи, вимоги.
10. Системи рідинного охолодження. Основні елементи, їх призначення, особливості конструкції та роботи. Наведіть схему.

Практичні питання:

1. Провести розрахунок статичної продуктивності форсунки бензинового двигуна потужністю 60 кВт з $n=3500 \text{ хв}^{-1}$. Тривалість відкритого стану форсунки 12 мс, питома ефективна витрата палива $g_e=280 \text{ г/(кВт}\cdot\text{год)}$.
2. Визначити основні параметри плунжерної пари дизеля (діаметр та хід плунжера) двигуна 4ЧН 8,8/8,2 потужністю 70 кВт, питома ефективна витрата палива $g_e=250 \text{ г/(кВт}\cdot\text{год)}$.

ВИПРОБУВАННЯ ДВЗ

Теоретичні питання:

1. Основні види випробувань ДВЗ.
2. Випробувальні бокси та стендове обладнання для випробування ДВЗ.
3. Стендові характеристики ДВЗ та умови їх визначення.
4. Математичне планування дослідницьких випробувань ДВЗ.
5. Програми і методики приймально-здавальних випробувань ДВЗ.
6. Угрупування параметрів для вимірювання у ДВЗ.
7. Метрологічні основи вимірювань у ДВЗ.
8. Складові сучасної інформаційно-вимірювальної системи.

Практичні завдання:

1. Прописати алгоритм визначення приведеної потужності ДВЗ в умовах моторного стенду.
2. Побудувати блок-схему інформаційно-вимірювальної системи реєстрації крутного моменту ДВЗ за допомогою тензометричного датчика.

ДІАГНОСТУВАННЯ ДВЗ

Теоретичні питання:

1. Діагностування КШМ, ЦПГ і ГРМ.
2. Діагностування паливної апаратури дизелів.
3. Діагностування систем пуску і живлення двигунів бензинових двигунів.
4. Діагностування систем охолодження двигунів. Діагностування системи змащування двигунів.
5. Методи діагностування ККД двигуна.
6. Діагностування несправностей систем двигуна за складом відпрацьованих газів.
7. Діагностування електронних систем двигунів. Бортові діагностичні системи.

Практичні завдання:

1. Перевірка стану електронного модуля управління двигуна.
2. Діагностування та регулювання стартерів.
3. Контроль стану форсунок двигунів.

АЛЬТЕРНАТИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ

Теоретичні питання:

1. Особливості реалізації циклу Міллера і Аткинсона.
2. Конструктивні рішення зі створення двигунів із змінним ступенем стиснення.

3. Перспективи застосування роторно-поршневого двигуна.
4. Перспективи застосування двигуна з зовнішнім підводом теплоти (наприклад, двигуна Стірлінга).
5. Схеми гібридних силових установок, реалізовані на автомобільному транспорті.
6. Створення силових установок з накопичувачем енергії.

4. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ЗНАНЬ

Екзамен здається комісії у письмовій формі з послідуною усною відповіддю, а рівень знань вступника оцінюється по наступним критеріям.

Підсумкові оцінки виставляються та вносяться до екзаменаційної відомості. Знання та вміння, продемонстровані вступниками до аспірантури на вступних випробуваннях зі спеціальності, оцінюватимуться за 100-бальною шкалою від 100 до 200 балів.

Вступники, які наберуть менш як 130 балів позбавлятимуться права участі у конкурсі.

Критерії оцінки за вступний екзамен:

Кількість балів 190-200 «А» виставляється, коли вступник вільно орієнтується у всьому теоретичному матеріалі, може відповісти на питання, що потребують самостійного мислення, дає повну та чітку відповідь на всі теоретичні питання екзаменаційного білета, може вирішити практичне питання та дати чітку відповідь щодо його виконання.

Кількість балів 175-189 виставляється, коли вступник орієнтується у всьому теоретичному матеріалі, дає повну відповідь на всі теоретичні питання екзаменаційного квитка, може вирішити практичне питання та дати чітку відповідь щодо його виконання, але при цьому припускає несуттєві недоліки.

Кількість балів 167-174 виставляється, коли вступник орієнтується у всьому теоретичному матеріалі, дає повну відповідь на всі теоретичні питання екзаменаційного білета, може вирішити практичне питання, але при цьому припускає несуттєві недоліки.

Кількість балів 150-166 виставляється, коли вступник орієнтується у всьому теоретичному матеріалі, при відповіді на деякі теоретичні питання екзаменаційного білета припускає суттєві помилки, але може їх самостійно виправити після керівних вказівок викладача. Абітурієнт орієнтується у вирішенні практичного питання.

Кількість балів 130-149 виставляється, коли вступник орієнтується у всьому теоретичному матеріалі, при відповіді на деякі теоретичні питання екзаменаційного білета припускає суттєві помилки. Абітурієнт орієнтується у вирішенні практичного питання.

Кількість балів 116-129 виставляється, коли вступник не орієнтується у теоретичному матеріалі але може роз'яснити фізичні явища, а також, якщо припускається грубої помилки теоретичного і практичного характеру.

Кількість балів 100-115 виставляється, коли вступник не може вирішити запропоновану задачу при здачі вступного іспиту до аспірантури.

Примітка. Задача вважається вирішеною правильно, якщо виконуються наступні умови: вірний загальний хід рішення, одержана правильна відповідь, дане вичерпне пояснення. При невиконанні хоча б однієї з цих умов задача вважається невирішеною.

ЛІТЕРАТУРА

1. Базова література

1.1. Будова установок з ДВЗ. Навчальний посібник / Д.М. Леонт'єв, О.І. Воронков, І.Н. Нікітченко, В.А. Корогодський. – Х.: ХНАДУ, 2020. – 200 с. ISBN 978-966-303-549-9

1.2. ТЕПЛОТЕХНІКА (розділ «Теплопередача»). Конспект лекцій [Електронний ресурс] / В.А. Корогодський, О.І. Воронков, А.О. Єфремов. Харків: ХНАДУ, 2022. 60 с.

1.3. Автомобільні двигуни: Підручник / Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф., Долганов К.Є., Тимченко І.І. – К.: Арістей, 2004. – 476 с.

1.4. Автомобільні двигуни: Навчальний посібник / Тимченко І.І., Воронков О.І., Тимченко Д.І., Тохтарь Г.І.. – Харків: ХНАДУ, 2009. – 287 с.

1.5. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів: навч. посіб. / В.Д. Мигаль, В.А. Корогодський, О.І. Воронков, І.М. Нікітченко. – Харків: ХНАДУ, 2021. – 431 с. ISBN 978-966-303-773-8.

1.6. Лабораторний практикум з дисципліни «ТЕПЛОТЕХНІКА» [Електронний ресурс] / В.А. Корогодський, О.І. Воронков, А.О. Єфремов. Харків: ХНАДУ, 2022. 92 с.

1.7. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисциплін «ДВЗ» і «Двигуни АТЗ» / А.П. Кузьменко, О.І. Воронков, І.М. Нікітченко. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 48 с.

1.8. Методичні вказівки до РГР ««Розрахунок робочого процесу конвертованого автомобільного пневмодвигуна на базі бензинового двигуна МєМЗ 307» / О.В. Грицюк, А.П. Кузьменко, І.М. Нікітченко та ін. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 24 с.

1.9. ТЕПЛОТЕХНІКА (розділ «Термодинаміка»). Конспект лекцій [Електронний ресурс] / В.А. Корогодський, О.І. Воронков, А.О. Єфремов. Харків: ХНАДУ. Харків: ХНАДУ, 2022. 244 с.

1.10. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників. Т. 4. Основи САПР ДВЗ. / За ред. проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. – 428 с.

1.11. Воронков О.І., Єфремов А.О., Жилін С.С. Сучасні технології проектування та дослідження ДВЗ (САПР ДВЗ). Частина 1. Теоретичні основи САПР: Конспект лекцій. – Харків: ХНАДУ, 2007. – 172 с.

1.12. Авраменко А.М. Сучасні методи дослідження економічних, екологічних та ресурсних показників дизельних двигунів: монографія. – Харків: ІПМаш НАН України, 2019. – 204 с. ISBN 978-966-02-9043-3.

1.13. Двигуни внутрішнього згоряння. Теорія: Підручник / В.Г. Дяченко. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2008. – 488 с.

1.15. Жилін С.С., Кабанов О.М. Теорія горіння. Конспект лекцій. – Харків: Видавництво ХНАДУ, 2010. – 108 с.

2. Допоміжна література

2.1. Будова ДВЗ: конспект лекцій / О. І. Воронков та ін. – Х.: ХНАДУ, 2020. – 252 с.

2.2. Концепція створення пневматичного двигуна для автомобіля: монографія / Воронков О.І., Глушкова Д.Б., Карпенко В.О. и др. – Харків: ХНАДУ, 2019. – 256 с.

2.3.Тимченко І.І. Автомобільні двигуни Теорія робочого циклу. Системи живлення та наддуву, динаміка і зрівноваженість: навч. посібник. – К.: УМКВО, 1990. – 259 с.

2.4. Методичні вказівки з розрахунку робочих процесів пневмодвигуна за статичною моделлю до практичних занять з дисципліни «Екологія автомобільного транспорту» та «Альтернативні енергоустановки» / Харченко А.І., Воронков О.І., Нікітченко І.М., Тесленко Е.В. Харків: ХНАДУ, 2018. – 24 с.

2.5. Методичні вказівки з розрахунку робочих процесів пневмодвигуна за динамічною моделлю до практичних занять з дисципліни «Екологія автомобільного транспорту» та «Альтернативні енергоустановки» / Дяченко В.Г., Воронков О.І., Ліньков О.Ю., Нікітченко І.М., Тесленко Е.В. Харків: ХНАДУ, 2018. – 44 с.

2.6. Introduction to Heat Transfer // Bergman, Theodore L., Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, et al. – Wiley, 2011. – 960 p. ISBN: 9780470501962. [Preview with [Google Books](#)] A version of the textbook is [available online](#), **for free**.

2.7. Heywood, J.B. Internal Combustion Engine Fundamentals. – Second Edition. McGraw-Hill Education, New York, 2018. – 1056 p. ISBN: 9781260116106, doi: <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260116106>

2.8. Lienhard, John H., and John H. Lienhard. *A Heat Transfer Textbook*. Dover Publications, 2011. ISBN: 9780486479316. [Preview with [Google Books](#)] A version of the textbook is [available online](#), **for free**.

2.9. Корогодський В.А. Газова динаміка та агрегати наддуву. Конспект лекцій. – Харків: ХНАДУ, 2022. – 188 с. – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=634&lang=uk>

2.10. Мандрус В.І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодувки, компресори): Підручник. – Львів: «Магнолія плюс», видавець В.М. Піча, 2005. – 340 с.

2.11. Методичні вказівки з навчальної дисципліни «Газова динаміка та агрегати наддуву» до виконання розрахунково-графічної роботи студентів III-го року навчання за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»: метод. реком. / В.А. Корогодський. – Харків: ХНАДУ, 2022. – 56 с. – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=634&lang=uk>

2.12. Методичні вказівки з навчальної дисципліни «Газова динаміка та агрегати наддуву» для самостійної роботи студентів III-го року навчання за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»: метод. реком. / В.А. Корогодський. – Харків: ХНАДУ, 2022. – 52 с. – Режим доступу: <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=634&lang=uk>

Програма розглянута та затверджена на засіданні кафедри двигунів внутрішнього згоряння, протокол №20 (23-24) від « 20 » лютого 2024 р.

Голова фахової предметної комісії,
завідувач кафедри двигунів
внутрішнього згоряння, проф.

Олександр ВОРОНКОВ

ПОГОДЖЕНО:

Гарант освітньої програми, проф.

Володимир КОРОГОДСЬКИЙ

Заступник голови
приймальної комісії, проф.

Ілля ДМИТРИЄВ